

**PCT**  
 WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM  
 Internationales Büro  
 INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE  
 INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)



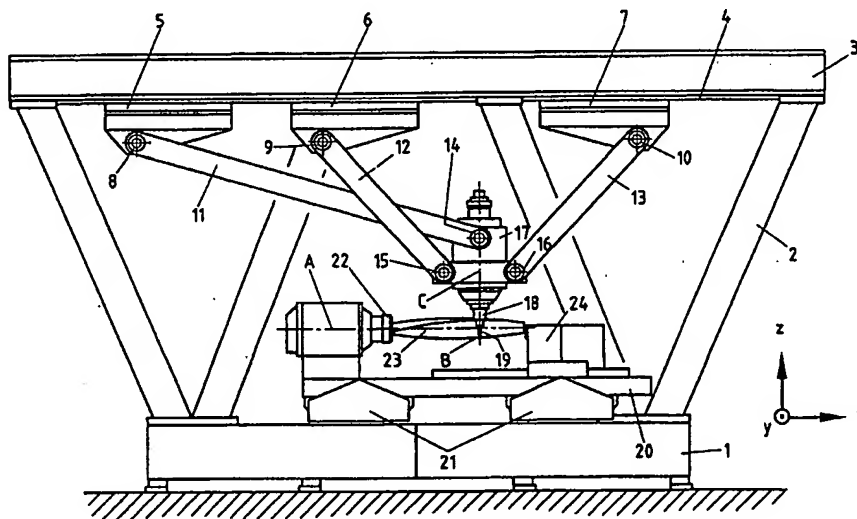
(51) Internationale Patentklassifikation <sup>6</sup> : B23Q 1/48, B23C 3/18	A1	(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 99/32256  (43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 1. Juli 1999 (01.07.99)
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/CH97/00479  (22) Internationales Anmeldedatum: 22. Dezember 1997 (22.12.97)  (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): LIECHTI ENGINEERING AG [CH/CH]; Kanalweg 4, CH-3550 Langnau (CH).  (72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): LIECHTI, Ralph [CH/CH]; Gurtenweg 45, CH-3074 Muri (CH). LEHMANN, Fritz [CH/CH]; Halden 579, D-3550 Langnau (CH).  (74) Anwalt: BOVARD AG; Optingenstrasse 16, CH-3000 Bern 25 (CH).	(81) Bestimmungsstaaten: AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, CA, CH, CN, CU, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, GB, GE, GH, GM, GW, HU, ID, IL, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MD, MG, MK, MN, MW, MX, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZW, ARIPO Patent (GH, GM, KE, LS, MW, SD, SZ, UG, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), OAPI Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, ML, MR, NE, SN, TD, TG).  Veröffentlicht Mit internationalem Recherchenbericht.	

(54) Title: MACHINE TOOL FOR MACHINING ELONGATED WORKPIECES

(54) Bezeichnung: WERKZEUGMASCHINE ZUM BEARBEITEN VON LÄNGLICHEN WERKSTÜCKEN

(57) Abstract

The inventive machine has at least one workpiece (23) clamping device (22) which can be driven around a first axis of rotation (A), and at least one tool spindle (18) which can be driven around a second axis of rotation (C). Three slides (5, 6, 7) can be moved independently of each other on a slide guide (4) by means of drive mechanisms, and are connected by guide rods (11, 12, 13) to a unit (17) which supports the tool spindle. As the slide is moved along the slide guide, so the workpiece (19) can be moved along an X-axis and a Z-axis, and turned in a certain area. The inventive machine has fewer drive mechanisms and especially slide guides than known machines of the same type and is easy to construct modularly. The masses which are moved in the inventive machine are also less than in known machines and the dynamics of the inventive machine are better as a result.



#### (57) Zusammenfassung

Die Maschine hat mindestens eine um eine erste Rotationsachse (A) antreibbare Spannvorrichtung (22) für ein Werkstück (23) und mindestens eine um eine zweite Rotationsachse (C) antreibbare Werkzeugspindel (18). Auf einer Führung (4) sind drei Schlitten (5, 6, 7) durch Antriebe unabhängig voneinander verschiebbar und mittels Lenkern (11, 12, 13) mit einer die Werkzeugspindel tragenden Einheit (17) verbunden. Durch Verschieben der Schlitten entlang der Führung ist das Werkzeug (19) entlang einer X-Achse und einer Z-Achse verschiebbar und zudem in einem Bereich schwenkbar. Eine solche Maschine weist eine gegenüber bekannten derartigen Maschinen reduzierte Anzahl von Antrieben und insbesondere Führungen auf und kann leicht modular gestaltet werden. Darüber hinaus sind bei dieser Maschine die bewegten Massen gegenüber dem vorbekannten Stand der Technik gering, was die Dynamik der Maschine verbessert.

#### LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidshan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland		Republik Mazedonien	TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	ML	Mali	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MN	Mongolei	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MR	Mauretanien	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MW	Malawi	US	Vereinigte Staaten von
CA	Kanada	IT	Italien	MX	Mexiko		Amerika
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NE	Niger	UZ	Usbekistan
CG	Kongo	KE	Kenia	NL	Niederlande	VN	Vietnam
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NO	Norwegen	YU	Jugoslawien
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik	NZ	Neuseeland	ZW	Zimbabwe
CM	Kamerun		Korea	PL	Polen		
CN	China	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CU	Kuba	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CZ	Tschechische Republik	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
DE	Deutschland	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DK	Dänemark	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
EE	Estland	LR	Liberia	SG	Singapur		

## Werkzeugmaschine zum Bearbeiten von länglichen Werkstücken

Die Erfindung betrifft eine Werkzeugmaschine zum Bearbeiten von länglichen Werkstücken mit mindestens einer um eine erste Rotationsachse antreibbaren Spannvorrichtung für ein Werkstück und mindestens einer um  
5 eine zweite, in der Werkzeugachse liegende Rotationsachse antreibbare Werkzeugspindel, welche entlang einer zur ersten Rotationsachse parallelen ersten Translationsachse und entlang einer zur ersten Rotationsachse rechtwinkligen und zur zweiten Rotationsachse parallelen zweiten Translationsachse verschiebbar ist, wobei die Spannvorrichtung entlang einer zur ersten  
10 und zweiten Translationsachse rechtwinkligen dritten Translationsachse verschiebbar ist und wobei ferner die Werkzeugspindel um eine zur dritten Translationsachse parallele Schwenkachse schwenkbar ist.

Zur spanabhebenden Bearbeitung von Werkstücken mit komplex geformten Oberflächen, wie beispielsweise Turbinenschaufeln, werden heute  
15 fast ausschliesslich numerisch gesteuerte Bearbeitungszentren verwendet. Die Konzeption solcher Bearbeitungszentren beruht auf dem Gedanken, die komplette Bearbeitung unterschiedlicher und komplizierter Werkstücke in einer einzigen Aufspannung zu ermöglichen. Die Zentren verfügen dazu über mindestens drei translatorische Bewegungsachsen mit einer numerischen Bahnsteuerung, die meist durch eine oder zwei ebenfalls numerisch gesteuerte Ro-  
20 tationsachsen ergänzt sind. Die Art der Zuordnung dieser Bewegungsachsen zum Werkzeug oder Werkstück bestimmt die Bauform des Bearbeitungszentrums, insbesondere den Aufbau und die gegenseitige Anordnung der verschiedenen Ständer- und Tischbaugruppen. Das zu fertigende Teilespektrum  
25 bestimmt die technischen Kenngrößen eines Bearbeitungszentrums wie Art und Anzahl der gesteuerten Achsen, Schnittleistung, Drehzahl- und Vorschubbereich sowie Länge der Verfahrswege.

Die Bemühungen zur Reduktion der Fertigungskosten beim Bearbeiten von Werkstücken der oben genannten Art zielen im wesentlichen in zwei  
30 Richtungen. Erstens versucht man, die Anschaffungs- und Betriebskosten der entsprechenden Bearbeitungszentren zu reduzieren, indem man deren Aufbau möglichst vereinfacht und - sofern dies ebenfalls mit einer Vereinfachung ver-

bunden ist - den damit zu bearbeitenden Werkstücken anpasst. Zweitens zielen viele Bemühungen zur Reduktion der Fertigungskosten auf eine Verkürzung der Bearbeitungszeit pro Werkstück. Dies kann insbesondere durch Erhöhen der Geschwindigkeit der Relativbewegungen zwischen Werkzeug und Werkstück beim eigentlichen Bearbeiten, aber auch beim Zustellen und beim Wechseln der Werkzeuge erreicht werden. Eine Grenze liegt bei der erreichbaren Beschleunigung, die massgeblich durch die Grösse der bewegten Massen beeinflusst wird.

Unter der Veröffentlichungsnummer WO 91/03145 ist eine als  
10 "sechssachsige Werkzeugvorrichtung" bezeichnete Maschine bekanntgeworden, die zwei voneinander beabstandete Plattformen aufweist, von denen eine ein Werkzeug und die andere ein Werkstück tragen kann. Die beiden Plattformen sind durch sechs längenveränderliche Elemente, beispielsweise Hydraulikzylinder oder Gewindespindeln, miteinander verbunden und relativ zueinander bewegbar.  
15 Durch gesteuerte Änderung der Länge der Elemente ist eine der Plattformen in Bezug auf die andere in einem Bereich beliebig räumlich bewegbar.

Das Dokument WO 92/17313 mit dem Titel "Manipulator" zeigt eine ähnliche Maschine, bei der jedoch zwei Plattformen, von denen wiederum eine  
20 ein Werkstück tragen kann, unbeweglich miteinander verbunden sind. Die sechs längenveränderlichen Elemente tragen in diesem Fall das Werkzeug und sind an der anderen der genannten Plattformen gelagert. Durch gesteuerte Änderung der Länge der Elemente ist das Werkzeug in einem Bereich beliebig räumlich bewegbar.

25 Ein Nachteil der ersten der genannten Maschinen besteht darin, dass mit der beweglichen Plattform eine relativ grosse Masse beschleunigt werden muss, wodurch die Arbeitsgeschwindigkeit dieser Maschine begrenzt ist. Beiden der genannten Maschinen ist gemeinsam, dass sie allein zum Durchführen der Relativbewegungen zwischen Werkzeug und Werkstück mindestens sechs gesteuerte Antriebe und ebenso viele Führungen aufweisen,  
30 was nicht nur sehr aufwendig und teuer, sondern auch steuerungstechnisch schwierig zu bewältigen ist.

Ein erstes Ziel der vorliegenden Erfindung besteht in der Schaffung einer Werkzeugmaschine zum Bearbeiten von länglichen Werkstücken, die einen gegenüber bekannten derartigen Maschinen erheblich vereinfachten Aufbau aufweist. Ein zweites Ziel besteht darin, eine solche Maschine modular zu gestalten, so dass insbesondere deren Gestell einfach und rasch entsprechend der erforderlichen Grösse zusammengestellt werden kann. Ein weiteres Ziel der Erfindung besteht darin, eine Maschine der eingangs genannten Art vorzuschlagen, bei der die bewegten Massen gegenüber dem vorbekannten Stand der Technik gering sind. Noch ein Ziel der Erfindung besteht darin, eine Werkzeugmaschine vorzuschlagen, bei der auf längenveränderliche Elemente zum Bewegen des Werkzeuges verzichtet werden kann. Schliesslich ist es auch ein Ziel der Erfindung, eine derartige Maschine mit einer gegenüber dem vorbekannten Stand der Technik reduzierten Anzahl von Antriebskomponenten und insbesondere Führungen zu entwickeln.

Diese Ziele werden durch eine Werkzeugmaschine der eingangs genannten Art erreicht, welche die im kennzeichnenden Teil des Patentanspruchs 1 angegebenen Merkmale aufweist.

Dadurch, dass die erfindungsgemässe Maschine sämtliche Bewegungen der Werkzeugspindel in einer durch die erste und zweite Translationsachse bestimmten Ebene und die Schwenkbewegung der Werkzeugspindel mit einer einzigen Führung ermöglicht, ist sie einfacher, kleiner, leichter und kostengünstiger als Maschinen des Standes der Technik mit vergleichbaren Aufgaben. Bei der Ausgestaltung der Antriebe der verschiebbaren Schlitten besteht wesentlich mehr Freiheit als bei den längenveränderlichen Elementen des Standes der Technik. Die Einfachheit des konstruktiven Aufbaus begünstigt eine Gestaltung der Maschine in modularer Bauweise. Die relativ geringen bewegten Massen haben eine gegenüber bekannten Maschinen verbesserte Dynamik der erfindungsgemässen Maschine zur Folge.

Durch das im Anspruch 8 definierte Verfahren zum Betrieb einer erfindungsgemässen Maschine wird erreicht, dass der Berührungspunkt oder Arbeitspunkt zwischen Werkzeug und Werkstück beim Verschwenken der Werkzeugspindel praktisch erhalten bleibt, so dass Linearkorrekturen nur noch

in einem geringen Umfang erfolgen müssen. Dies spart unnötig lange Nachstellbewegungen.

Anhand von Figuren ist die Erfindung im folgenden näher beschrieben. Es zeigen:

- 5    Figur 1    Eine Frontansicht einer Ausführungsart der erfindungsgemässen Maschine,

Figuren 2 und 3 Prinzipskizzen zur Veranschaulichung der Kinematik der Maschine gemäss Figur 1,

- 10    Figuren 4 bis 7 Prinzipskizzen von Lenkeranordnungen weiterer Ausführungsarten der erfindungsgemässen Maschine mit jeweils drei Lenkern und

Figuren 8 bis 10 Prinzipskizzen von Lenkeranordnungen weiterer Ausführungsarten der erfindungsgemässen Maschine mit jeweils vier Lenkern.

- 15            Die in Figur 1 gezeigte Fräsmaschine ist speziell zum Herstellen von Turbinenschaufeln konzipiert und enthält ein Maschinenbett 1, auf dem mittels Stützen 2 ein oberer Träger 3 gehalten ist. An der dem Maschinenbett 1 zugewandten Seite dieses Trägers 3 befindet sich eine sich in Richtung der ersten Translationsachse X erstreckende Führung 4, auf welcher drei Schlitten 5, 6  
20    und 7 unabhängig voneinander verschiebbar gelagert sind. Jeder Schlitten ist mit einem nicht dargestellten Antrieb ausgestattet, der den Schlitten gesteuert längs der Führung 4 bewegt. Jeder Schlitten 5, 6 und 7 enthält je ein Gelenk 8, 9 und 10, mit denen je ein Ende eines Lenkers 11, 12 und 13 verbunden ist. Jeder der Lenker ist an seinem anderen Ende mittels eines weiteren Gelenkes  
25    14, 15 bzw. 16 mit einer Fräseinheit 17 verbunden, welche die ein Werkzeug, beispielsweise ein Fräs Werkzeug 19, aufnehmende Werkzeugspindel 18 mit- samt ihrem Antrieb umfasst. Auf dem Maschinenbett 1 ist ein Tisch 20 auf einer Führung 21 in Richtung der dritten Translationsachse Y verschiebbar aufge-  
30    nommen. Dieser Tisch trägt eine Spannvorrichtung 22, mit welcher ein Werk- stück 23 um eine erste Rotationsachse A drehbar gehalten ist. Zur Stützung

des Werkstückes ist zudem ein in Richtung der ersten Translationsachse X auf dem Tisch 20 verschiebbarer Reitstock 24 vorhanden.

Im folgenden wird anhand der Figuren 2 und 3 die Kinematik der oben beschriebenen Maschine erläutert. Figur 2 zeigt, wie eine Bewegung des Werkzeuges 19 um den Betrag  $z_{19}$  in Richtung der zweiten Translationsachse Z von einer mit ausgezogenen Linien dargestellten Ausgangslage in eine mit unterbrochenen Linien dargestellte Endlage bewerkstelligt wird. Dazu werden die beiden Schlitten 6 und 7 um den gleichen Betrag  $x_6 = x_7$  aufeinander zu bewegt, wodurch sich die Fräseinheit 17 um den gewünschten Betrag  $z_{19}$  nach unten verschiebt. Damit sich dabei die Fräseinheit nicht neigt, sondern nur parallel verschoben wird, muss der Schlitten 5 um den Betrag  $x_5$  nach rechts verschoben werden. Eine Bewegung des Werkzeuges in Richtung der ersten Translationsachse X wird erzielt, indem alle drei Schlitten 5, 6 und 7 um den selben Betrag in die selbe Richtung verlagert werden. In Figur 3 ist ein Fall dargestellt, in dem die Achse der Werkzeugspindel ausgehend von einer mit durchgehenden Linien dargestellten vertikalen Lage um die Achse B eine Schwenkbewegung um den Winkel  $\alpha$  in eine mit unterbrochenen Linien dargestellte Lage ausführt. Die Lage der Schwenkachse ist dabei durch entsprechende Steuerung der Verschiebewege  $x'_5$ ,  $x'_6$  und  $x'_7$  in einem gewissen Bereich beliebig wählbar. Im vorliegenden Fall ist die Lage der Schwenkachse B so gewählt, dass diese nahe beim Berührungspunkt des Fräswerkzeuges 19 am Werkstück 23 liegt. Diese Wahl hat den Vorteil, dass der Berührungspunkt beim Schwenken des Werkzeuges ungefähr erhalten bleibt, so dass nur minimale Linearkorrekturen vorgenommen werden müssen. Dies spart unnötig lange Nachstellbewegungen. Es versteht sich von selbst, dass sämtliche Kombinationen der eben geschilderten Bewegungen möglich sind, so dass das Werkzeug durch entsprechende Steuerung der Antriebe der Schlitten 5, 6 und 7 - in einem gewissen Rahmen - beliebig in der durch die erste und zweite Translationsachse definierten Ebene X-Z bewegt und geschwenkt werden kann.

Die Figuren 4 bis 10 zeigen in Form von Prinzipskizzen Lenkeranordnungen weiterer Ausführungsarten der erfindungsgemässen Maschine, wobei gleiche Teile mit gleichen Bezugszeichen versehen sind. Die Ausführungsarten der Figuren 4 bis 7 sind jeweils mit drei Lenkern ausgestattet. Bei der

Ausführungsart gemäss Figur 4 ist die Anordnung der Gelenke an der Fräseinheit 17 im wesentlichen gleich wie bei der anhand der Figuren 1 bis 3 erläuterten Ausführungsart. Im Unterschied zur letztgenannten Ausführungsart sind aber die an den Schlitten 5 bis 7 vorgesehenen Gelenke nicht auf einer zur X-Achse parallelen Achse angeordnet, sondern in Z-Richtung gegeneinander versetzt.

Der Grund, weshalb sich bei den bisher beschriebenen Ausführungsarten zwei Lenker kreuzen, besteht in der Optimierung der durch die Lenker übertragenen Kräfte. Derjenige Lenker, der die Neigung der Fräseinheit 17 steuert, sollte nämlich gegenüber der X-Achse einen möglichst kleinen Winkel einnehmen, wogegen die Lenker, welche die Bewegung der Fräseinheit in der Z-Richtung bewirken, einen möglichst grossen Winkel gegenüber der X-Achse aufweisen sollten. Diese Anordnung hat aber den Nachteil, dass wegen des flach nach aussen geführten Lenkers 11 die Führung 4 länger gebaut werden muss. Figur 5 zeigt ein Beispiel, bei dem dieser Nachteil dadurch behoben ist, dass das Gelenk 14 für den Lenker 11 an der Fräseinheit 17 gegenüber der Achse C seitlich versetzt ist, so dass der Lenker 11 auch ohne Überkreuzung mit dem Lenker 12 relativ flach angeordnet sein kann. Dadurch ist es möglich, die Führung 4 etwas kürzer auszubilden, als bei den vorangehend beschriebenen Beispielen. Das Ausführungsbeispiel gemäss Figur 6 veranschaulicht, dass die an der Fräseinheit 17 angeordneten Gelenke 15 und 16 der Lenker 12 und 13 nicht wie bisher dargestellt in X-Richtung voneinander beabstandet sein müssen, sondern auf der gleichen Achse liegen können. Bei allen der bisher beschriebenen Ausführungsarten besteht der Nachteil, dass die Schlitten 5 und 6 sich bei ihren Bewegungen auf der gemeinsamen Führung 4 gegenseitig behindern können. Dem kann mit einer Ausführungsart gemäss Figur 7 abgeholfen werden, indem dort eine weitere, zur Führung 4 parallele Führung 4a vorgesehen ist, auf der einer der Schlitten läuft. So können sich zum Bewegen der Fräseinheit 17 die Schlitten 5 und 6 kreuzen.

Die Figuren 8 bis 10 zeigen Prinzipskizzen von Lenkeranordnungen weiterer Ausführungsarten der erfindungsgemässen Maschine mit jeweils vier Lenkern. Derartige Lenkeranordnungen sind zwar statisch unbestimmt, lassen sich aber mit entsprechenden Steuerungen der Antriebe der Schlitten ohne weiteres beherrschen. Das Ausführungsbeispiel gemäss Figur 8 entspricht



prinzipiell dem in Figur 6 gezeigten, nur dass es einen weiteren Lenker 11a mit zugeordnetem Schlitten 5a aufweist. Bei dem in Figur 9 dargestellten Beispiel sind die Positionen der Schlitten 5, 5a, 6, und 7 auf der Führung 4 gegenüber Figur 8 vertauscht, so dass sich die Lenker 11 und 12 beziehungsweise 11a und 13 kreuzen. Schliesslich zeigt Figur 10, dass auch Ausführungsarten denkbar sind, bei denen sich jeweils zwei der an der Fräseinheit angeordneten Gelenke auf einer gemeinsamen Achse befinden, welche Achsen auf einer zur X-Achse parallelen Linie liegen.

Bei den oben beschriebenen Ausführungsbeispielen, insbesondere bei demjenigen gemäss Figur 1, ist die Führung 4 oberhalb der ersten Rotationsachse A angeordnet. Eine solche Konfiguration ist aber nicht zwingend. Vielmehr könnte die Führung eine beliebige andere Position, beispielsweise seitwärts neben der ersten Rotationsachse A, einnehmen.

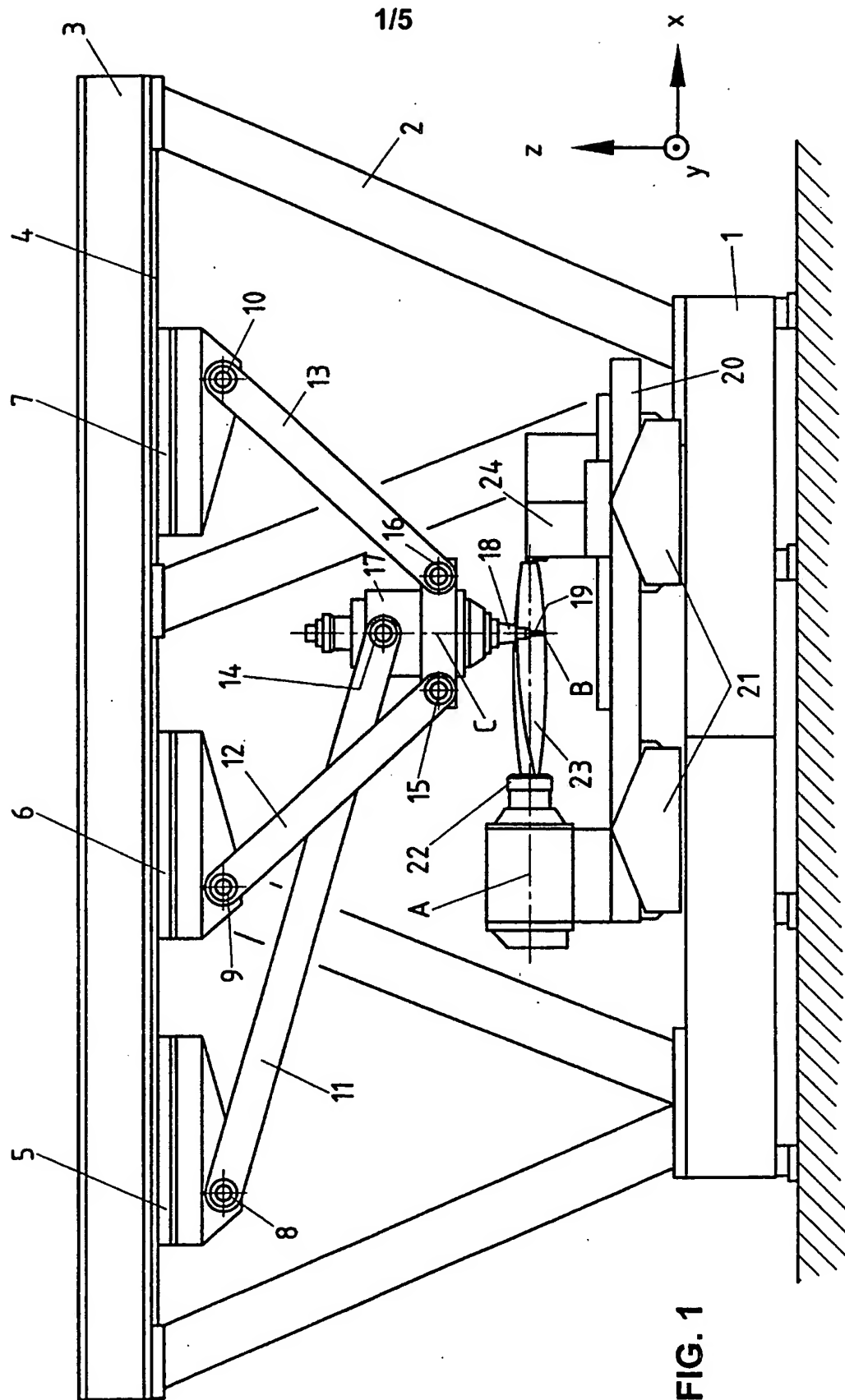
### Patentansprüche

1. Werkzeugmaschine zum Bearbeiten von länglichen Werkstücken (23) mit mindestens einer um eine erste Rotationsachse (A) antreibbaren Spannvorrichtung (22) für ein Werkstück und mindestens einer um eine zweite, 5 in der Werkzeugachse liegende Rotationsachse (C) antreibbaren Werkzeugspindel (18), welche entlang einer zur ersten Rotationsachse (A) parallelen ersten Translationsachse (X) und entlang einer zur ersten Rotationsachse (A) rechtwinkligen und zur zweiten Rotationsachse (C) parallelen zweiten Translationsachse (Z) verschiebbar ist, wobei die Spannvorrichtung entlang 10 einer zur ersten (X) und zweiten (Z) Translationsachse rechtwinkligen dritten Translationsachse (Y) verschiebbar ist und wobei ferner die Werkzeugspindel (18) um eine zur dritten Translationsachse (Y) parallele Schwenkachse (B) schwenkbar ist, dadurch gekennzeichnet, dass im Abstand von der ersten Rotationsachse (A) eine in Richtung der ersten Translationsachse (X) verlaufende 15 Führung (4) angeordnet ist, entlang welcher Schlitten (5, 6, 7) unabhängig voneinander verschiebbar sind, dass jeder der Schlitten (5, 6, 7) mittels eines Gelenkes (8, 9, 10) mit einem Ende eines Lenkers (11, 12, 13) verbunden ist und das andere Ende jedes Lenkers mittels eines Gelenkes (14, 15, 16) mit einer die Werkzeugspindel tragenden Einheit (17) verbunden ist.
- 20 2. Werkzeugmaschine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass sie drei Lenker (11, 12, 13) aufweist.
3. Werkzeugmaschine nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die an der die Werkzeugspindel tragenden Einheit (17) angeordneten Gelenke (14, 15, 16) voneinander beabstandet sind.
- 25 4. Werkzeugmaschine nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass sie vier Lenker (11, 11a, 12, 13) aufweist.
5. Werkzeugmaschine nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zwei der an der die Werkzeugspindel tragenden Einheit (17) angeordneten Gelenke auf einer gemeinsamen Achse angeordnet 30 sind.

6. Werkzeugmaschine nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass sie eine zur Führung (4) parallele weitere Führung (4a), auf der mindestens einer der Schlitten angeordnet ist.

7. Maschine nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass sie einen durch Stützen (2) im Abstand über einem Maschinenbett (1) gehaltenen Träger (3) aufweist, an dem sich die in Richtung der ersten Translationsachse (X) verlaufende Führung (4) befindet, dass auf dem Maschinenbett ein in Richtung der dritten Translationsachse (Y) verschiebbarer Tisch (20) gelagert ist und dass sich auf dem Tisch die Spannvorrichtung (22) für ein Werkstück (23) befindet.

8. Verfahren zum Betrieb einer Maschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die drei Schlitten (5, 6, 7) derart gesteuert bewegt werden, dass die Werkzeugspindel (18) um eine Schwenkachse (B) geschwenkt wird, die sich im Berührungspunkt des Werkzeuges mit dem Werkstück befindet.



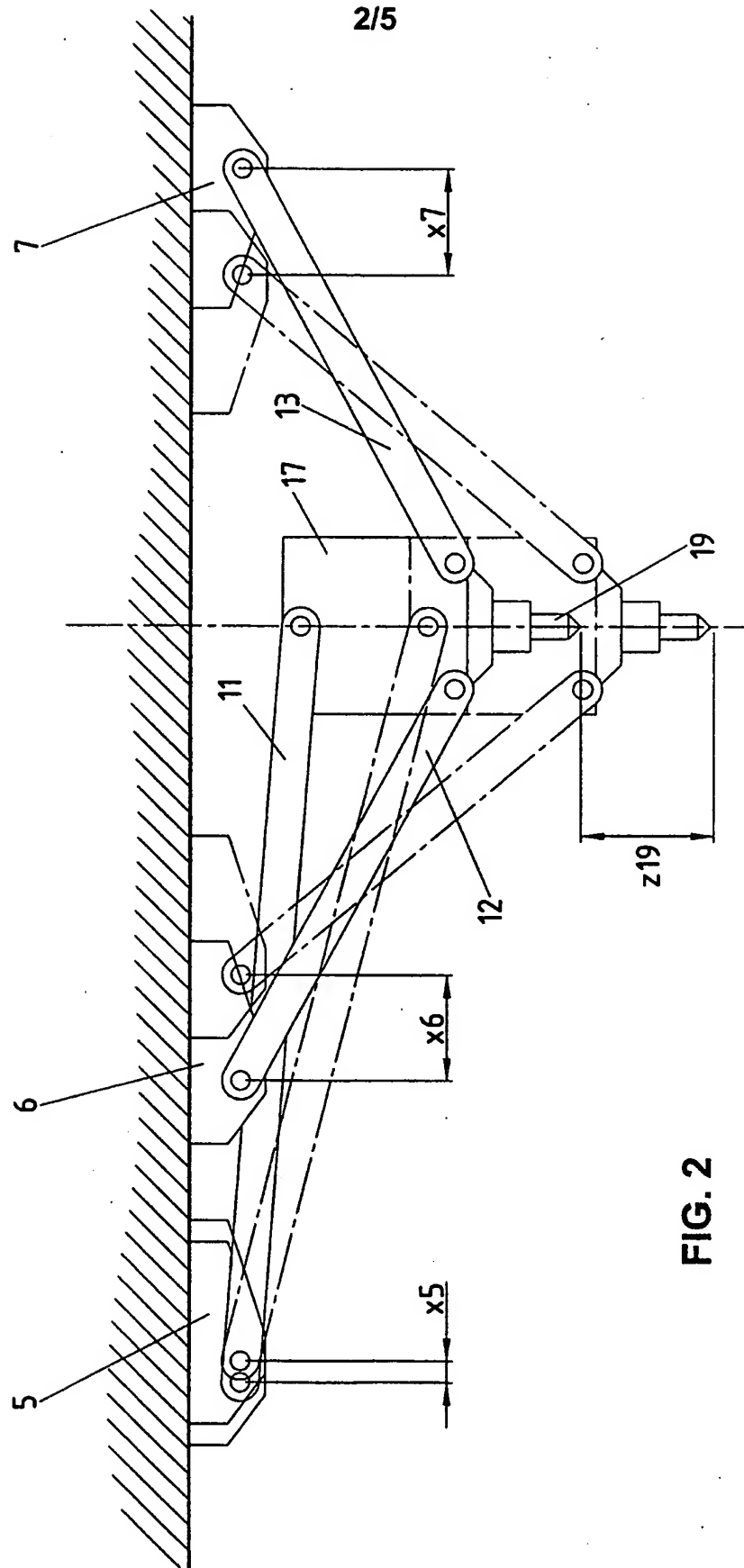
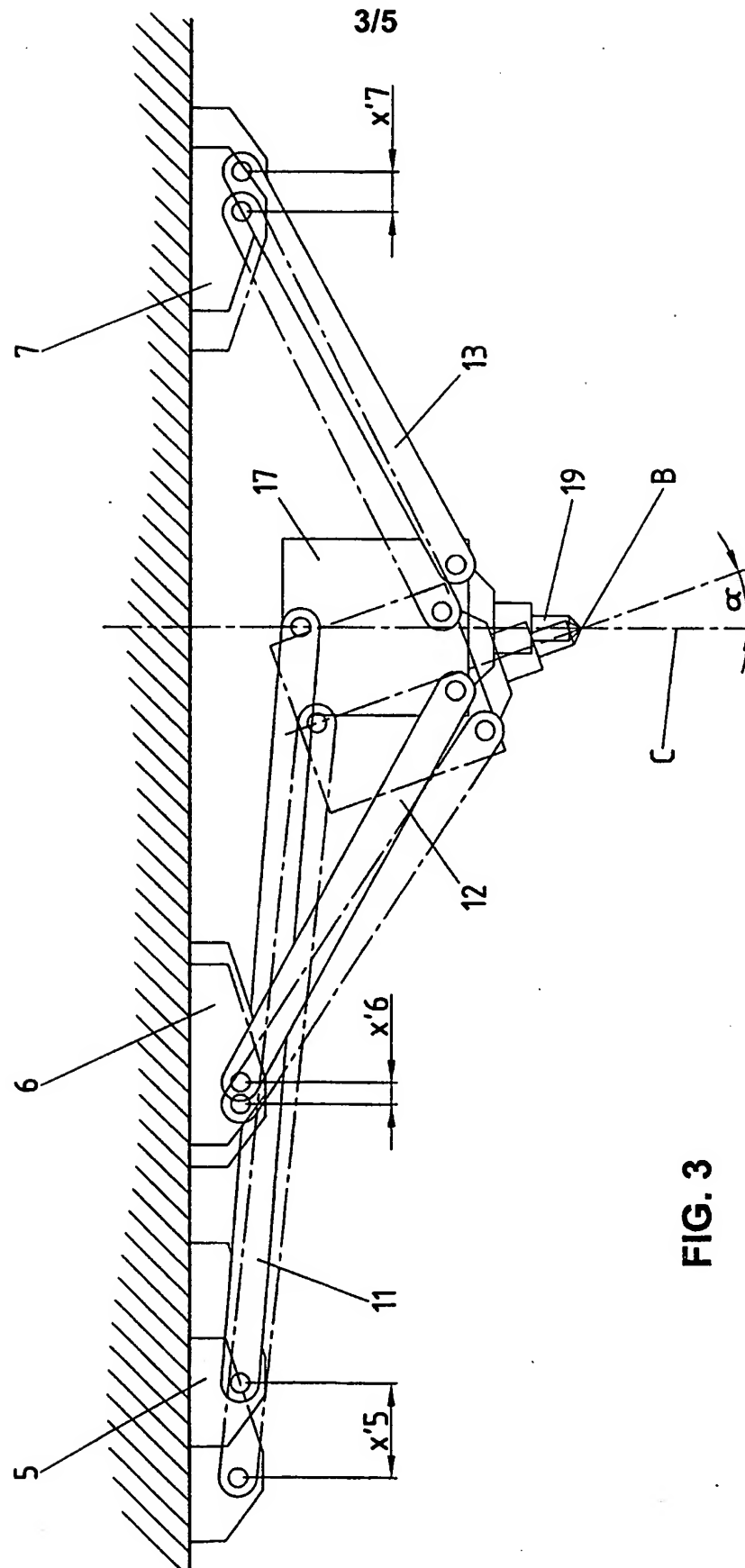
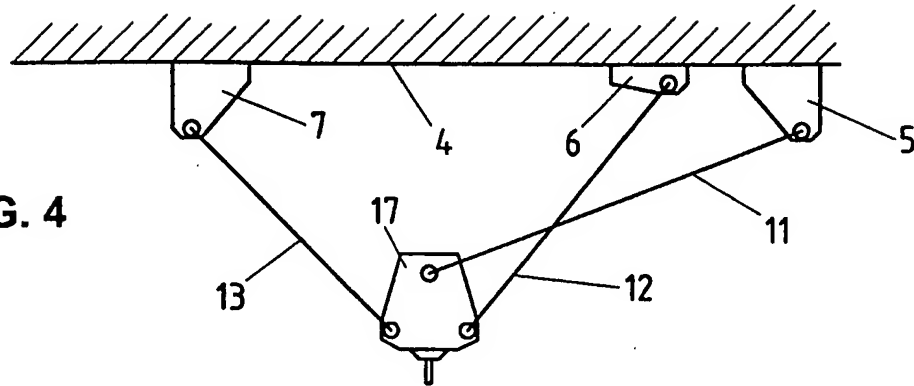


FIG. 2

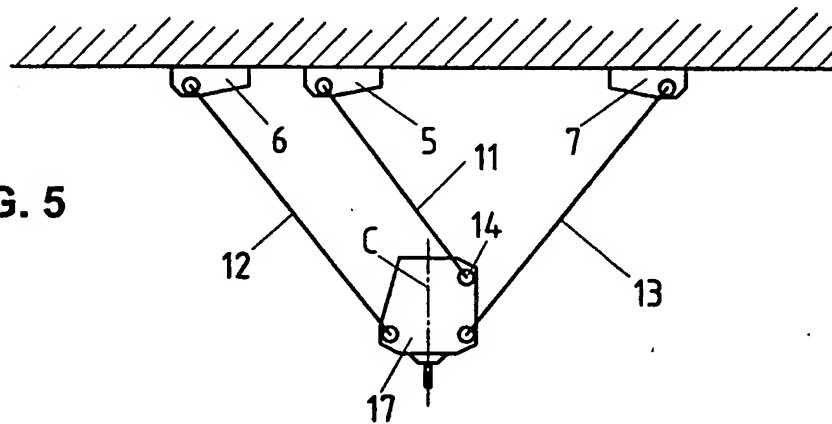


**FIG. 3**

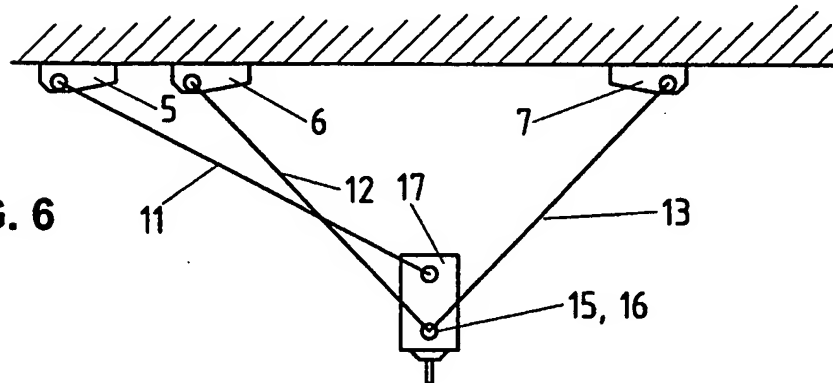
**4/5**



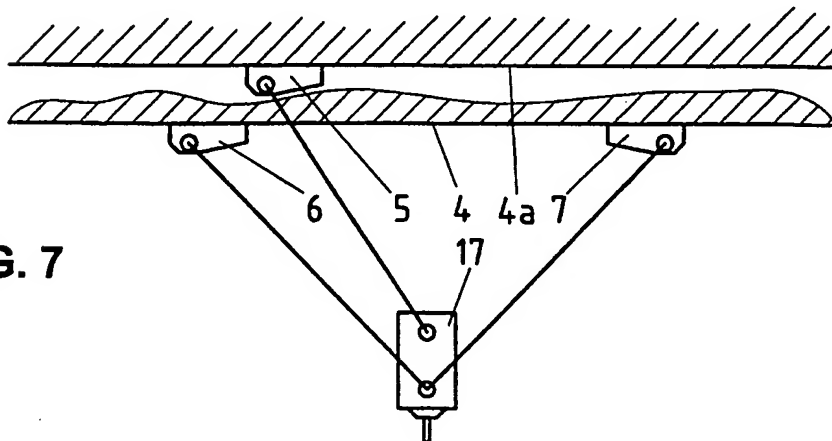
**FIG. 4**



**FIG. 5**

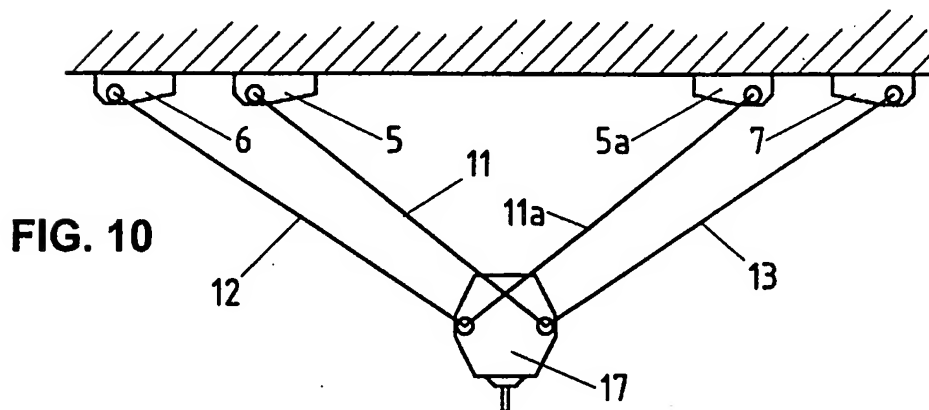
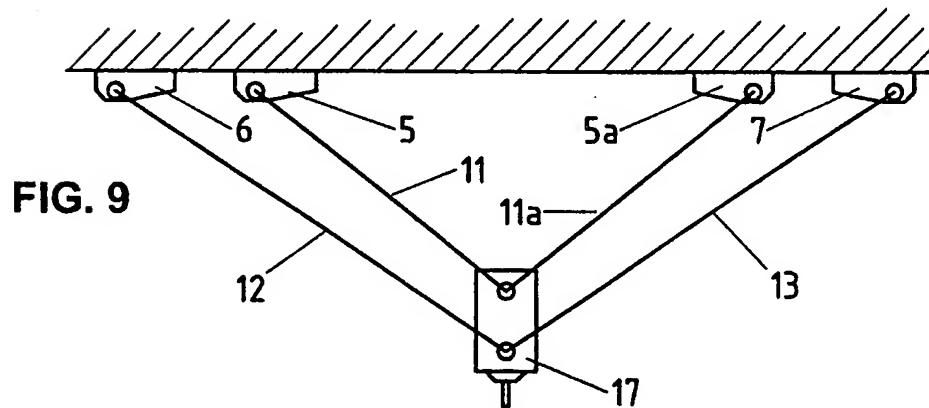
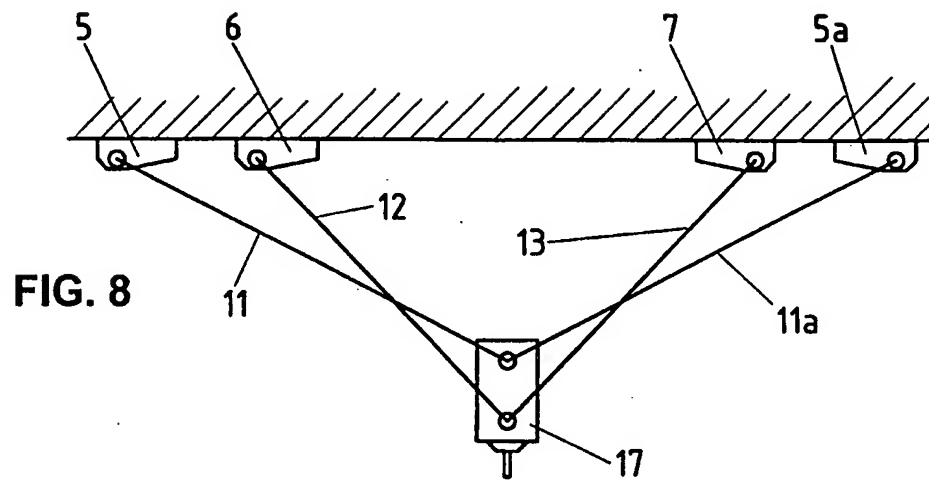


**FIG. 6**



**FIG. 7**

5/5





# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/CH 97/00479

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
IPC 6 B23Q1/48 B23C3/18

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 6 B23Q B23C

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 97 22436 A (WIEGAND ALEXANDER KONRAD ;WEIKERT SASCHA (CH)) 26 June 1997 see claim 1	1-4,7
A	US 5 378 282 A (POLLARD WILLARD L) 3 January 1995 see claim 1	1
A	US 4 962 676 A (VAINSTOCK MICHAEL) 16 October 1990	
A	US 3 460 435 A (HUCKS HELMUT ET AL) 12 August 1969 see claim 1	1
A	EP 0 330 790 A (E N S A I T) 6 September 1989 see claim 1	1

-/--

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

\* Special categories of cited documents:

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

14 August 1998

Date of mailing of the international search report

01/09/1998

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

De Gussem, J

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/CH 97/00479

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 195 25 482 A (RICHERZHAGEN BERNOLD) 16 January 1997 see figure 3 ---	1
A	JP 61 055 708 A (MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD) 20 March 1986 see figures 1-6 ---	1
A	F. BEHI: "KINEMATIC ANALYSIS FOR A SIX DEGREE OF FREEDOM 3-PRPS PARALLEL MECHANISM" IEEE JOURNAL OF ROBOTICS AND AUTOMATION., vol. 4, no. 5, 5 October 1988, pages 561-565, XP002074598 NEW YORK US see figure 1 ---	1
A	NEUGEBAUER R ET AL: "NEUE WERKZEUG-MASCHINENSTRUKTUREN NEW MACHINE TOOL STRUCTURES" ZWF ZEITSCHRIFT FUER WIRTSCHAFTLICHEN FABRIKBETRIEB, vol. 91, no. 7/08, July 1996, pages 363-366, XP000637724 see figure 2 ---	1
A	O. ZIRN; G. BALDINI; T. TREIB: "PARALLELE KINEMATIK FÜR WERKZEUGMASCHINEN" WERKSTATT UND BETRIEB., vol. 130, no. 9, 1 September 1997, pages 733-736, XP002074614 MUNCHEN DE see figure 1 ---	1
A	DE 25 00 446 A (MITSUBISHI HEAVY IND LTD) 17 July 1975 see claim 1 ---	1
A	DE 32 34 946 A (INOUE JAPAX RES ;JAPAX INC (JP)) 28 April 1983 see claim 1 -----	8

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/CH 97/00479

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 9722436 A	26-06-1997	NONE	
US 5378282 A	03-01-1995	NONE	
US 4962676 A	16-10-1990	NONE	
US 3460435 A	12-08-1969	DE 1552393 A	16-10-1969
EP 0330790 A	06-09-1989	FR 2621715 A	14-04-1989
DE 19525482 A	16-01-1997	NONE	
JP 61055708 A	20-03-1986	NONE	
DE 2500446 A	17-07-1975	JP 50101988 A	12-08-1975
		GB 1442010 A	07-07-1976
		SE 7415152 A	14-07-1975
		US 4046057 A	06-09-1977
DE 3234946 A	28-04-1983	JP 1841108 C	25-04-1994
		JP 5031162 B	11-05-1993
		JP 58050414 A	24-03-1983
		FR 2513161 A	25-03-1983
		GB 2108287 A,B	11-05-1983
		US 4558977 A	17-12-1985

Form PCT/ISA/210 (patent family annex) (July 1982)

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

In tionales Aktenzeichen

PCT/CH 97/00479

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
IPK 6 B23Q1/48 B23C3/18

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 6 B23Q B23C

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der Internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	WO 97 22436 A (WIEGAND ALEXANDER KONRAD ;WEIKERT SASCHA (CH)) 26. Juni 1997 siehe Anspruch 1	1-4,7
A	US 5 378 282 A (POLLARD WILLARD L) 3. Januar 1995 siehe Anspruch 1	1
A	US 4 962 676 A (VAINSTOCK MICHAEL) 16. Oktober 1990	
A	US 3 460 435 A (HUCKS HELMUT ET AL) 12. August 1969 siehe Anspruch 1	1
A	EP 0 330 790 A (E N S A I T) 6. September 1989 siehe Anspruch 1	1

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der Internationalen Recherche

14. August 1998

Abschließdatum des internationalen Recherchenberichts

01/09/1998

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

De Gussem, J

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Int. Ionales Aktenzeichen

PCT/CH 97/00479

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 195 25 482 A (RICHERZHAGEN BERNOLD) 16. Januar 1997 siehe Abbildung 3 ---	1
A	JP 61 055 708 A (MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD) 20. März 1986 siehe Abbildungen 1-6 ---	1
A	F. BEHI: "KINEMATIC ANALYSIS FOR A SIX DEGREE OF FREEDOM 3-PRPS PARALLEL MECHANISM" IEEE JOURNAL OF ROBOTICS AND AUTOMATION., Bd. 4, Nr. 5, 5. Oktober 1988, Seiten 561-565, XP002074598 NEW YORK US siehe Abbildung 1 ---	1
A	NEUGEBAUER R ET AL: "NEUE WERKZEUG-MASCHINENSTRUKTUREN NEW MACHINE TOOL STRUCTURES" ZWF ZEITSCHRIFT FUER WIRTSCHAFTLICHEN FABRIKBETRIEB, Bd. 91, Nr. 7/08, Juli 1996, Seiten 363-366, XP000637724 siehe Abbildung 2 ---	1
A	O. ZIRN; G. BALDINI; T. TREIB: "PARALLELE KINEMATIK FÜR WERKZEUGMASCHINEN" WERKSTATT UND BETRIEB., Bd. 130, Nr. 9, 1. September 1997, Seiten 733-736, XP002074614 MUNCHEN DE siehe Abbildung 1 ---	1
A	DE 25 00 446 A (MITSUBISHI HEAVY IND LTD) 17. Juli 1975 siehe Anspruch 1 ---	1
A	DE 32 34 946 A (INOUE JAPAX RES ;JAPAX INC (JP)) 28. April 1983 siehe Anspruch 1 -----	8

Formblatt PCT/SA/210 (Fortsetzung von Blatt 2) (Juli 1992)

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/CH 97/00479

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 9722436 A	26-06-1997	KEINE	
US 5378282 A	03-01-1995	KEINE	
US 4962676 A	16-10-1990	KEINE	
US 3460435 A	12-08-1969	DE 1552393 A	16-10-1969
EP 0330790 A	06-09-1989	FR 2621715 A	14-04-1989
DE 19525482 A	16-01-1997	KEINE	
JP 61055708 A	20-03-1986	KEINE	
DE 2500446 A	17-07-1975	JP 50101988 A	12-08-1975
		GB 1442010 A	07-07-1976
		SE 7415152 A	14-07-1975
		US 4046057 A	06-09-1977
DE 3234946 A	28-04-1983	JP 1841108 C	25-04-1994
		JP 5031162 B	11-05-1993
		JP 58050414 A	24-03-1983
		FR 2513161 A	25-03-1983
		GB 2108287 A,B	11-05-1983
		US 4558977 A	17-12-1985

Formblatt PCT/ISA/210 (Anhang Patentfamilie)(Juli 1992)

**PUB-NO:** WO009932256A1  
**DOCUMENT-IDENTIFIER:** WO 9932256 A1  
**TITLE:** MACHINE TOOL FOR MACHINING ELONGATED WORKPIECES

**PUBN-DATE:** July 1, 1999

**INVENTOR-INFORMATION:**

NAME	COUNTRY
------	---------

LIECHTI, RALPH	CH
----------------	----

LEHMANN, FRITZ	CH
----------------	----

**INT-CL (IPC):** B23 Q 001/48 , B23 C 003/18

**EUR-CL (EPC):** B23Q001/54 , B23C003/18 , B23Q001/48 , B25J017/02

**ABSTRACT:**

CHG DATE=19990803 STATUS=O>The inventive machine has at least one workpiece (23) clamping device (22) which can be driven around a first axis of rotation (A), and at least one tool spindle (18) which can be driven around a second axis of rotation (C). Three slides (5, 6, 7) can be moved independently of each other on a slide guide (4) by means of drive mechanisms, and are connected by guide rods (11, 12, 13) to a unit (17) which supports the tool spindle. As the slide is moved along the slide guide, so the workpiece (19) can be moved along an X-axis and a Z-axis, and turned in a certain area. The inventive machine has fewer drive mechanisms and especially slide guides than known machines of the same type and is easy to construct modularly. The masses which are moved in the inventive machine are also less than in known machines and the dynamics of the inventive machine are better as a result.



Europäisches  
Patentamt  
European Patent  
Office  
Office Européen  
de Brevets

Description of WO9932256

Print

Copy

Contact Us

Close

## Result Page

Notice: This translation is produced by an automated process; it is intended only to make the technical content of the original document sufficiently clear in the target language. This service is not a replacement for professional translation services. The esp@cenet® Terms and Conditions of use are also applicable to the use of the translation tool and the results derived therefrom.

Machine tool for working on oblong workpieces the invention <RTI ID=1.1> concerns</RTI> a machine tool for working on oblong workpieces with at least a tightener for a workpiece, propellable around a first rotation axle, and at least one around a second rotation axle propellable tool holding fixture lying in the tool axle, which is adjustable along to the first rotation axle parallel first translation axle and along to the first rotation axle right-angled and to the second rotation axle a parallel second translation axle, whereby the tightener is adjustable along a third translation axle right-angled to the first and second translation axle and whereby furthermore the tool holding fixture is tiltable around a drag axis parallel to the third translation axle.

For the machine cutting treatment of workpieces with complex formed surfaces, as for example turbine blades, are used today almost exclusively numerically steered processing centers. The conception of such processing centers is based on the thought to make the complete treatment possible of different and complicated workpieces in only one setting. The centers have in addition at least three translational movement axes with a numeric path control, which are supplemental usually by or two likewise numerically steered rotation axes. The kind of the allocation of these movement axes to the tool or workpiece determines the design of the processing center, in particular the structure and the mutual arrangement of the different stand and table building groups. The partial spectrum which can be manufactured determines the technical characteristics of a processing center such as kind and number of the steered axes, cut achievement, number of revolutions and Vorschubbereich as well as length of the Verfahrenswege.

The efforts for the reduction of the production costs when working on workpieces of the kind specified above essentially aim in two directions. First of all one tries to reduce the acquisition and operating cost of the appropriate processing centers by simplifying their structure if possible and - if this likewise adapts with a simplification federations actual to the workpieces which can be worked on with it. Secondly many efforts aim for the reduction of the production costs at a Verkürzung of the operating time per workpiece. This can be achieved in particular by increasing the speed of the relative motions between tool and workpiece when actual working on, in addition, when setting and when changing the tools. A border is with the attainable acceleration, which is affected considerably by the size of the moved masses.

Under the publication number WHERE 91/03145 are one as ?six-oh-triumph tool device? designated machine become known, which exhibits two platforms from each other beabstandete, from which a tool and the other one a workpiece carry can. The two Plattformen are connected by six lengthen-variable elements, for example hydraulic cylinders or screw pillars, with one another and relatively to each other movable. By steered change of the length of the elements one is arbitrarily spatially movable the Plattformen regarding the other one in a range.

Document WHERE 92/17313 with title ?manipulator? shows similar machine, with which however two platforms, from which again a workpiece can carry, are immovably connected with one another. The six lengthen-variable elements carry the tool in this case and are stored at the other one of the platforms mentioned. By steered change of the length of the elements the tool is arbitrarily spatially movable in a range.

A disadvantage first of the machines mentioned consists of the fact that with the mobile platform a relatively large mass must be accelerated, whereby the operating speed of this machine is limited. Both of the machines mentioned it is together that they exhibit at least six steered drives and likewise many guidance alone for accomplishing the relative motions between tool and workpiece, what not only very complex and expensively, but also controllably technical with difficulty is to be mastered.

▲ top

A first goal of the available invention exists in the creation of a machine tool for working on oblong workpieces, which exhibits opposite well-known such machines a substantially simplified structure. A second goal consists of arranging such a machine modular so that in particular their rack can be arranged simply and rapidly according to the necessary size. A further goal of the invention consists of suggesting a machine of the kind initially specified with which the moved masses are small in relation to the before-well-known state of the art. Still another goal of the invention consists of suggesting a machine tool with which lengthen-variable elements for moving the tool can be done without. Finally it is also a goal of the invention, a such machine with one in relation to the before-well-known state of the art reduced number from drive components and in particular guidance to develop.

These goals are achieved by a machine tool of the kind initially specified, which exhibits the characteristics indicated in the characteristic part of the patent claim 1.

Because all movements of the tool holding fixture in one determined the machine according to invention by the first and second translation axle level and the lagging of the tool holding fixture with only one guidance made possible, is it more simply, smaller, more easily and more economical than machines of the state of the art with comparable tasks. During the arrangement of the drives of the adjustable carriages exists substantially more liberty than with the lengthen-variable elements of the state of the art. The simplicity of the constructional structure favours an organization of the machine in modular building method. The relatively small moved masses have opposite well-known machines improved dynamics of the machine according to invention to the consequence.

According to invention it is reached by 8 procedures for the enterprise of a machine, defined in the requirement that the point of contact or operating point between tool and workpiece when swivelling the tool holding fixture remain keeping practical, so that linear corrections must take place only to a small extent. This saves unnecessarily long corrective motions.

On the basis figures the invention is more near described in the following. Show: Figure 1 a frontal view of a type of the machine according



to invention, figures 2 and 3 principle sketches to the illustration of the kinetics of mA would seem in accordance with figure 1, figures 4 to 7 principle sketches of steering wheel arrangements further execution kinds of the machine according to invention with in each case three steering wheels and figures 8 to 10 principle sketches of steering wheel arrangements further Ausführungsarten to the machine according to invention with in each case four Len core.

The milling machine shown in figure 1 is conceived special for manufacturing turbine blades and contains a Maschinenbett 1, on which by means of supports 2 an upper carrier 3 is held. At that the Maschinenbett 1 turned side of this carrier 3 is itself toward the first translation axle X extending guidance 4, on which three carriages 5, 6 and 7 is independently adjustably stored. Each carriage is equipped with a not represented drive, which moves the carriage steered along the guidance 4. Each carriage 5, 6 and 7 contains ever a joint <RTI ID=4.1> 8 </RTI> 9 and 10, with those ever an end of a steering wheel <RTI ID=4.2> 11.12 </RTI> and 13 is connected.

Everyone the steering wheel is at its other end by means of a further joint 14, 15 and/or. 16 connected with a milling unit 17, which covers the one tool, for example a milling tool 19, taking up tool holding fixture 18 with its drive. On the Maschinenbett 1 a table 20 taken up on a guidance 21 is adjustably toward the third translation axle Y. This table carries a tightener 22, with which a workpiece 23 around a first rotation axle A is swivelling held. For the supporting of the workpiece is besides toward the first translation axle X on the table 20 adjustable headstock 24 present.

In the following on the basis the figures 2 and 3 the kinetics of the machine described above is described. Figure 2 shows, like a movement of the tool 19 around the amount <RTI ID=5.1> z1 9 </RTI> toward the second translation axle Z of an initial position into an end position, represented represented with taken off lines, with interrupted lines is managed. In addition the two carriages 6 and 7 around the same amount x6 = x7 are one on the other too moved, whereby itself the milling unit 17 around the desired amount <RTI ID=5.2> z1 9 </RTI> downward shifts. So that thereby the milling unit does not lean, but, the carriage 5 the amount to the right x5 is only parallel shifted must be shifted. A movement of the tool toward the first translation axle X is obtained, as all three carriages 5, 6 and 7 are shifted around same amount in the same direction. In figure 3 a case is represented, into the axle of the tool holding fixture on the basis of a vertical situation represented with continuous lines around the axle B a lagging around the angle <RTI ID=5.3> α </RTI> into a situation represented with interrupted lines implements. The situation of the drag axis is arbitrarily selectable thereby by appropriate controlling of the shifting ways x'5, x'6 and x'7 in a certain range. In the available case the situation of the drag axis B is in such a way selected that this close is with the point of contact of the milling tool 19 because of the workpiece 23. This choice has the advantage that the point of contact remains keeping approximate when swivelling the tool, so that only minimum linear corrections must be made. This saves unnecessarily long corrective motions. It understands itself automatically that all combinations of the evenly described movements are possible, so that the tool can be moved and moved by appropriate controlling of the drives of the carriages 5, 6 and 7 - within a certain framework - at will into the level X-Z defined by the first and second translation axle.

The figures 4 to 10 show in the form of principle sketches steering wheel arrangements of further types of the machine according to invention, whereby same parts are provided with same reference symbols. The types of the figures 4 to 7 are equipped with three steering wheels in each case. With that Type in accordance with figure 4 is essentially identical the arrangement of the joints at the milling unit 17 as with on the basis the figures the 1 to 3 described type. In contrast to the latter type is not however at the carriages the 5 to 7 planned joints arranged on an axle parallel to the X axle, but shifts against each other in Z-direction.

The reason, why with the types described so far two steering wheels cross, exists in the optimization of the forces transferred by the steering wheels. That steering wheel, which steers the inclination of the milling unit 17, should take in relation to the x axis as small an angle as possible, against what the steering wheels, which cause the movement of the milling unit in the Z-direction, should exhibit as large an angle as possible in relation to the x axis. This arrangement has however the disadvantage that because of the steering wheel 11 led flat outward the guidance 4 must be built longer. Figure 5 shows an example, with which this disadvantage is repaired by the fact that the joint 14 for the steering wheel 11 at the milling unit 17 opposite the axle C is transferred laterally, so that the steering wheel 11 also without crossover with the steering wheel 12 can be arranged relatively flat. It is possible to train the guidance 4 somewhat more briefly than with that preceding described examples. The remark example in accordance with figure 6 illustrates the fact that the joints 15 and 16 the steering wheel 12 and 13 arranged at the milling unit 17 do not have to be beabstandet as before represented in X-direction from each other but on the same axle to lie can. With all of the types described so far the disadvantage exists that the carriages 5 and 6 in their movements on the common guidance 4 can obstruct themselves mutually. To that can with a type in accordance with figure 7 be remedied, as a further guidance 4a parallel to the guidance 4 is intended there, on which one the carriage runs. So the carriages 5 and 6 can cross for moving the milling unit 17.

The figures 8 to 10 show principle sketches of steering wheel arrangements of further types of the machine according to invention with in each case four steering wheels. Such steering wheel arrangements are statically indefinite, can however with appropriate controllings of the drives of the carriages easily be controlled. The remark example in accordance with figure 8 corresponds in principle in figure to 6 shown, only that it a further steering wheel <RTI ID=7.1> 11 A </RTI> with assigned carriage ä exhibits. With the example represented in figure 9 are the positions of the carriages 5, ä, 6, and 7 on the guidance 4 in relation to figure 8 exchanges, so that itself the steering wheels 11 and 12 and/or <RTI ID=7.2> 11 A </RTI> and 13 crosses. Finally figure shows 10 that also types are conceivable, with which two of the joints arranged at the milling unit on a common axle is in each case, which axles on a line parallel to the x axis are.

With the remark examples, in particular with that in accordance with figure 1, described above, the guidance 4 arranged above the first rotation axle A is. Such a configuration is however not compelling.

Rather the guidance could take any other position, for example sideways beside the first rotation axle A.